

ОЦЕНКА КОНСТРУКТИВНОЙ ПРОЧНОСТИ СТАЛИ С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ СТРУКТУР

Харитонова Д.И.

Руководитель - доц., к.т.н. Хотинов В.А

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого

Президента России Б.Н. Ельцина»

havanna_605@mail.ru

Задача прогнозирования конструктивной прочности и вязкости конструкционных сталей по параметрам структуры до сих пор остается актуальной во многих областях машиностроения, как в практических, так и в исследовательских целях.

Особенно этот вопрос поднимается там, где работа конструкций может привести к разрушению и в последствие финансовым затратам, например, при работе нефтегазопровода. Для производства труб нефтегазового сортамента используются стали легированные Mg, Cr, Si, Mo и микролегированные V, Nb, Ti, доля которых составляет не более 0,1.

Такие стали подвергаются термомеханической и термической обработке для получения труб различных категорий прочности. Помимо этого в последнее время выдвигаются требования к вязко - пластическим характеристикам труб из этих сталей. Так же уделяют внимание ударной вязкости, доли волокнистой составляющей и т.д.

В связи с этим целью настоящего исследования является изучение влияния структуры разного типа (ф-п, ф-б, ф-м) на прочностные и вязко-пластические свойства сталей типа 37Г2С, микролегированной V, Nb, а также оценка вклада различных механизмов упрочнения (размер зерна, плотность дислокаций, наличие вторых фаз) в конструктивную прочность исследуемых сталей.

Принцип аддитивности вкладов механизмов упрочнения в предел текучести к настоящему времени подтвержден на многих сталях и сплавах и заключается в суммировании вкладов отдельных механизмов:

$$\sigma_T = \sigma_0 + \sigma_{TR} + \sigma_D + \sigma_{ДУ} + \sigma_{ГЗ} + \sigma_A,$$

где

- σ_0 – сопротивление решетки металла движению свободных дислокаций (напряжение трения решетки или напряжение Пайерлса - Набарро);
- $\Delta\sigma_{TR}$ – **упрочнение** твердого раствора растворенными в нем легирующими элементами и примесями;
- σ_D – упрочнение, обусловленное сопротивлением скользящей дислокации другим дислокациям в кристалле;

- $\sigma_{\text{ду}}$ – упрочнение, вызванное образованием дисперсных частиц второй фазы при распаде пересыщенного твердого раствора;
- $\sigma_{\text{ГЗ}}$ – упрочнение границами зерен и субзерен;
- $\sigma_{\text{А}}$ – агрегатное упрочнение за счет упрочняющих структурных составляющих (перлита, бейнита, мартенсита).

Исследуемые стали были подвержены нормализации с последующим охлаждением на воздухе. Для оценки вкладов различных механизмов упрочнения использовались данные оптической и электронной микроскопии. Данные оценки приведены в таблицу в сравнение с низкоуглеродистыми сталями.

Таблица 1. Количественная оценка предела текучести сталей с феррито-перлитной структурой

Марка стали	σ_0	$\sigma_{\text{ТР}}$	$\sigma_{\text{Д}}$	$\sigma_{\text{ДУ}}$	$\sigma_{\text{ГЗ}}$	$\sigma_{\text{А}}(\sigma_{\text{П}})$	$\sigma_{\text{Т}}$
15Г	30	95	40	10	-	100	275
09Г2С	30	115	30	10	-	95	280
15ГФ	30	95	40	10	75	125	375
37Г2С	30	57	266	10	-	105	468
38Г2СФ	30	38	304	10	80	112	574
37ХГФ	30	17	342	10	80	111	590
37ХГФБ	30	15	342	10	120	98	615

Приведенные примеры показывают, что, используя принцип линейной аддитивности упрочнения по отдельным механизмам, можно ориентировочно оценить вклад каждого из них в предел текучести стали.

Подобные расчеты необходимы не столько для количественной оценки предела текучести стали по ее химическому составу и структуре, сколько для выявления вклада каждого механизма упрочнения в общее упрочнение стали и прогнозирования сбалансированных механизмов упрочнения.